

Aplikasi μ CT-scan dan spektroskopi inframerah dalam menentukan komposisi batu kemih

Application of μ CT-scan and infrared spectroscopy for determination of urinary stone components

Vepy Asyana^{1,*}, Leni Aziyus Fitri², Freddy Haryanto³, Taufik Ridwan⁴,
Nanda Fitri Ayu Muningrat⁵

Received 18 December 2020

Accepted 13 January 2021

Published October 2021

¹Physics Department, Universitas Riau, Pekanbaru, 28293, Indonesia

²Radiology Department, Universitas Baiturrahmah, Padang, 25585, Indonesia

³Physics Department, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 40132, Indonesia

⁴Hasan Sadikin Hospital, Bandung, 40161, Indonesia

⁵Faculty of Medicine, Universitas Riau, Pekanbaru, 28133, Indonesia

Abstrak. Batu kemih merupakan salah satu penyakit dengan tingkat prevalensi yang cukup tinggi di Indonesia. Pengetahuan komposisi pada kandungan batu kemih dapat membantu tenaga medis dalam melakukan justifikasi penanganan tindakan lanjut pada pasien dengan tepat. Tujuan penelitian ini adalah menentukan kandungan mineral yang terdapat pada batu kemih menggunakan metode analisa spektrum inframerah dan nilai *hounsfield unit* (HU) yang terdapat pada citra yang dihasilkan dari modality μ CT-Scan. Hasil karakterisasi *fourier transform infrared spectroscopy* (FTIR) memperlihatkan kandungan mineral batu kemih terdiri dari batu kemih *calcium oxalate monohydrate*, *uric acid*, batu campuran *calcium oxalate* dengan *phosphate* dan batu campuran *cystine* dengan *phosphate* sedangkan hasil dari *scanning μ CT* memperlihatkan adanya kandungan mineral batu kemih campuran seperti batu campuran *calcium oxalate* dan *cystine*, batu campuran *calcium oxalate*, *struvite*, dan *cystine*, dan batu campuran *calcium oxalate* dan *uric acid*. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kedua modaliti tersebut mampu memperlihatkan kandungan mineral batu kemih dengan baik. Hal ini terlihat adanya spektrum serapan karakteristik dari FTIR setiap sampel berbeda-beda dan dari hasil citra μ CT-Scan memperlihatkan nilai HU yang bervariasi sehingga mengindikasikan kandungan mineral pada sampel batu kemih yang diamati juga memiliki jenis yang berbeda-beda.

Abstract. Urinary stones are a disease with a high prevalence rate in Indonesia. Knowledge of the composition of the urinary stone is an essential part to determine suitable treatments for patients. The aim of this research is to determine the mineral contained in urinary stones using the infrared spectrum and the value of HU (hounsfield unit) from the image μ CT-Scan. The results of FTIR characterization showed that the mineral content of urinary stones consisted of calcium oxalate monohydrate, uric acid, calcium oxalate and phosphate mixed stones and cystine-phosphate mixed stones. μ CT-Scan results showed the mineral content of urinary stones such as calcium oxalate and cystine mixed stone, calcium oxalate, struvite, and cystine mixed stones, and calcium oxalate and uric acid mixed stones. This show that the two modalities are be able to determine the mineral content of urinary stones. It can be seen that the characteristic absorption spectrum of the FTIR for each sample is different and from the μ CT-Scan image results, the HU value varies so that it indicates the mineral content of the observed urine stone sample are different.

Keywords: Urinary Stone, Infrared Spectroscopy, μ CT-Scan

Pendahuluan

Penyakit batu kemih sebagian besar ditemukan dinegara-negara berkembang seperti Indonesia. Secara umum komposisi batu kemih yang biasa terdapat pada pasien diantaranya *calcium oxalate*, *calcium phosphate*, *uric acid*, *cystine* dan *struvite* (Sekkoum, et al., 2016). Komposisi yang terkandung pada batu kemih memiliki sifat dan karakteristik yang berbeda sehingga penanganan dan tindak lanjut yang diberikan ke pasien salah satunya ditentukan oleh kandungan pada batu kemih tersebut. Selain itu beberapa pengetahuan kandungan unsur mineral pada batu kemih dapat memberikan informasi pendukung untuk mengetahui faktor penyebab (etiologi) terjadinya batu kemih, proses pembentukannya, menentukan

treatment, dan mencegah terjadinya kekambuhan yang dialami oleh pasien (Ma, et al., 2017). Dengan demikian, pengetahuan komposisi kimia dan mineral serta karakteristik batu urinary dengan baik dapat membantu tenaga medis dalam melakukan justifikasi penanganan tindakan lanjut pada pasien dengan lebih tepat dan akurat.

Pada penelitian ini, modaliti yang digunakan untuk mengetahui komposisi pada batu kemih yaitu *fourier transform infrared spectroscopy* (FTIR) dan *scanning micro-computed tomography* (μ CT-Scan). Kelebihan Identifikasi menggunakan spektrometer FTIR diantaranya bersifat sederhana, cepat, mudah dilakukan, tidak memerlukan preparasi sampel yang rumit serta biaya operasi yang relatif murah (Awadh & Yaseen, 2019).

Spektrometer FTIR telah digunakan secara luas dalam identifikasi senyawa organik dan anorganik (Artz, et al., 2008)(Lopes, et al., 2018). Sedangkan identifikasi menggunakan μ CT-Scan memiliki kelebihan diantaranya memiliki resolusi spasial yang tinggi (Fitri, et al., 2020), dan mampu membedakan beberapa jenis batu kemih seperti calcium oxalate dengan phosphate (Duan, et al., 2015)

Metodologi

Sampel batu kemih yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari rumah sakit Hasan Sadikin Bandung. Batu kemih tersebut memiliki ukuran dengan rentang 0,7 cm – 3,2 cm dan tingkat kekerasan yang berbeda-beda. Selanjutnya batu kemih tersebut dikelompokkan berdasarkan kesamaan morfologi dan hasil analisa CT-scan dari rumah sakit hasan sadikin Bandung dan kemudian diambil 6 sampel untuk dilakukan karakterisasi FTIR-ATR dan μ CT-Scan.

Karakterisasi FTIR-ATR

Sebelum dilakukan karakterisasi FTIR, sampel batu kemih dilakukan pemolesan untuk memperoleh permukaan yang rata. Pada saat melakukan uji FTIR-ATR, batu kemih dalam keadaan utuh dan dilakukan pengukuran pada beberapa titik tinjauan dengan permukaan yang rata. Penelitian ini menggunakan spektrum inframerah dengan rentang 500 cm^{-1} – 4000 cm^{-1} . Penentuan jenis batu kemih dari spektrum pengukuran FTIR didasari pada standar spektrum pada data *National Institute of Standards and Technology* (NIST).(Asyana, et al., 2016)

Karakterisasi μ CT-Scan

Tipe μ CT-Scan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu μ CT SkyScan 1173 dengan menggunakan *dual energy* dengan parameter tegangan 80 kV dan 120 kV serta filter CU 0,25 mm. Rekonstruksi citra yang dihasilkan dalam bentuk dua dimensi. Dari citra tersebut diperoleh nilai HU pada beberapa *region of interest* (ROI) untuk setiap sampel. Penentuan kandungan batu kemih didasari dari nilai rata-rata HU pada beberapa ROI kemudian dibandingkan dengan nilai HU referensi kandungan batu kemih dari *National Institute of Standards and Technology* (NIST)(Wisnbaugh, et al., 2014).Penentuan jenis batu kemih dinyatakan dalam persentase yang dihitung dengan menggunakan Pers (1).

$$\text{Persentase} = \frac{P_{ca}}{P_{ca}+P_{cys}+P_{stru}+P_{ua}} \times 100\% \quad (1)$$

dimana P_{ca} adalah probabilitas terdapat unsur calcium. Adapun nilai P_{ca} diperoleh dari selisih nilai HU standar NIST dengan hasil pengukuran. Perhitungan nilai P_{ca} menggunakan Pers 2.

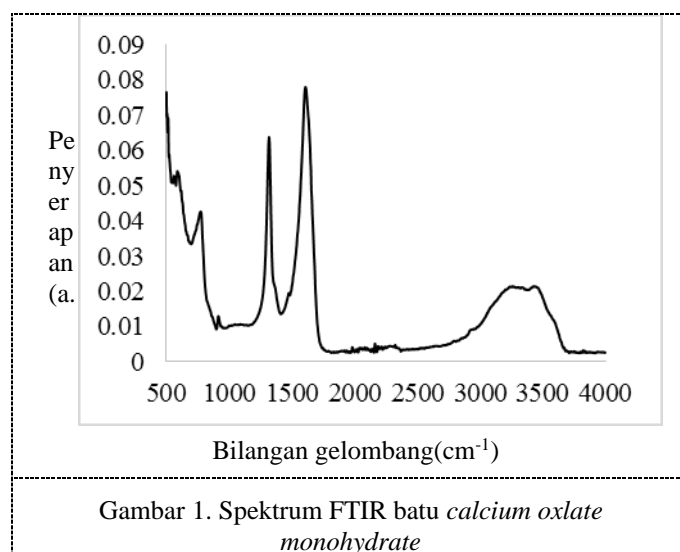
$$P_{ca} = \frac{1}{\sqrt{(HU_{80kV}-HU_{ref\ ca\ 80kV})^2 + (HU_{120kV}-HU_{ref\ ca\ 120kV})^2}} \quad (2)$$

Selanjutnya kedua persamaan di atas digunakan untuk menghitung probabilitas adanya unsur cysteine, struvite, dan uric acid dengan menentukan selisih nilai HU referensi dan hasil pengukuran (Dougherty, 2013)

Hasil Penelitian

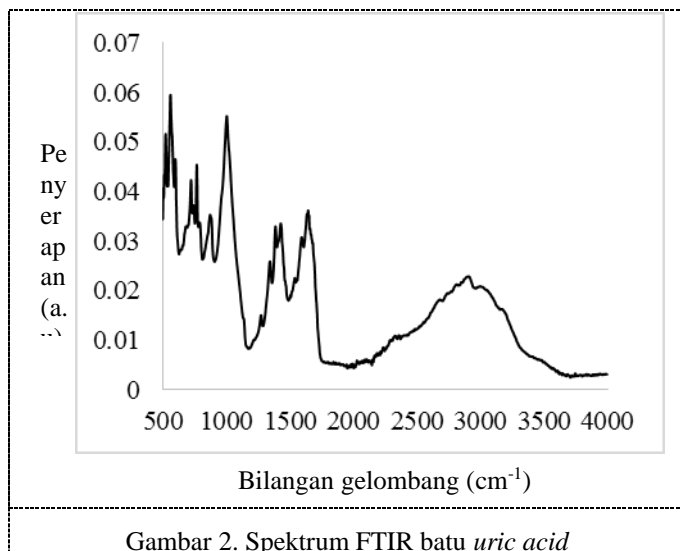
Hasil karakterisasi FTIR menunjukkan bahwa spektrum inframerah dari batu kemih memiliki bentuk yang beragam. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan yang terdapat pada batu kemih memiliki unsur mineral yang bervariasi (Bhat, et al., 2018). Spektrum inframerah dari batu kemih dapat dilihat pada Gambar 1 s/d 4.

Gambar 1 merupakan batu kemih dengan komposisi *calcium oxalate monohydrate* murni. Spektrum penyerapan pada *calcium oxalate monohydrate* ditandai dengan adanya daerah penyerapan pada rentang 3490 cm^{-1} - 3021 cm^{-1} yang mengindikasikan adanya vibrasi simetris dan asimetris O-H *stretching*, penyerapan yang cukup tinggi pada daerah 1616 cm^{-1} - 1601 cm^{-1} yang mengindikasikan adanya vibrasi C=O *stretching* dan pada daerah 1319 cm^{-1} - 1306 cm^{-1} yang mengindikasikan adanya vibrasi C-O *stretching*, dan pada daerah 779 cm^{-1} - 775 cm^{-1} mengindikasikan adanya vibrasi C-H *bending*(Kumar, et al., 2020)(Asyana, et al., 2016)(Sekkoum, et al., 2016)(Bhat, et al., 2018).



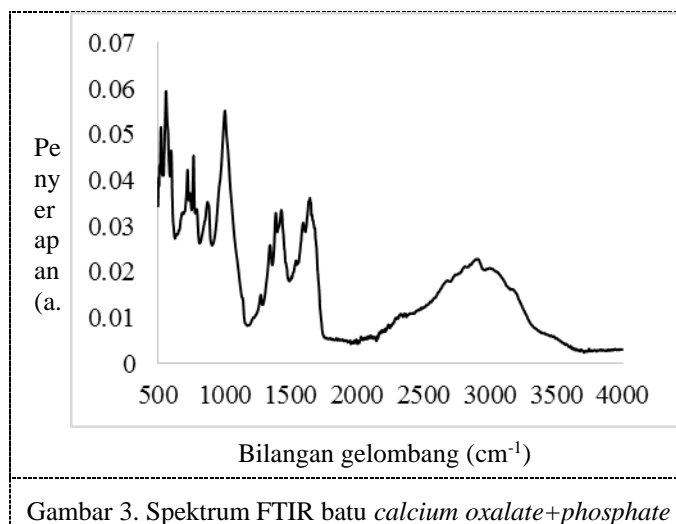
Gambar 2 menunjukkan spektrum penyerapan FTIR dari batu kemih dengan komposisi *uric acid* murni. *Uric acid* ini merupakan senyawa turunan dari purin. Pada spektrum dari FTIR dapat dilihat adanya daerah penyerapan pada rentang 3500 cm^{-1} - 2500 cm^{-1} yang mengindikasikan adanya vibrasi N-H *stretching*. Pada daerah penyerapan tersebut merupakan salah satu karakteristik daerah penyerapan uric acid. Selain itu daerah penyerapan pada rentang 3490 cm^{-1} - 3021 cm^{-1} mengindikasikan adanya vibrasi simetris dan asimetris O-H *stretching*. Daerah penyerapan pada rentang 1750 cm^{-1} - 1600 cm^{-1} mengindikasikan adanya vibrasi C=O yang merupakan gugus fungsi dari carbonyl dan

conjugated carbonyl. Daerah penyerapan pada rentang 1500 cm^{-1} - 1340 cm^{-1} mengindikasikan adanya vibrasi $\text{C}=\text{C}$ *stretching* yang merupakan gugus fungsi dari carbonyl. Daerah penyerapan pada rentang 1150 cm^{-1} - 900 cm^{-1} mengindikasikan adanya vibrasi $\text{C}-\text{N}$ (Sekkoum, et al., 2016).



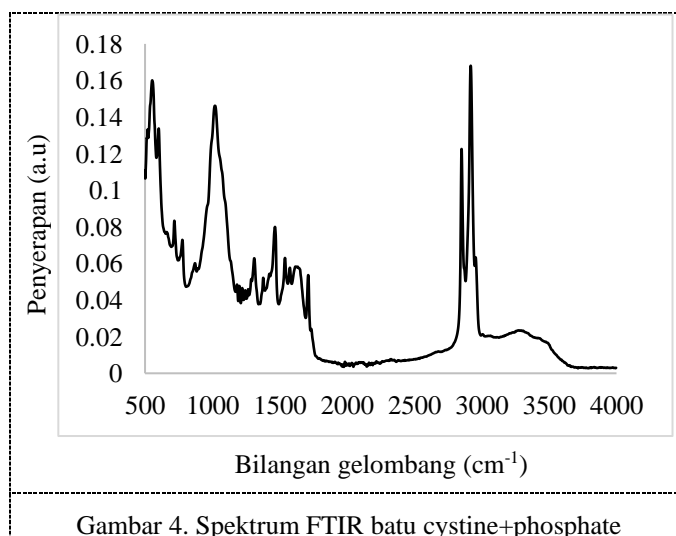
Gambar 2. Spektrum FTIR batu *uric acid*

Gambar 3 merupakan spektrum FTIR jenis batu urinary campuran calcium oxalate dan phosphate. Jenis batu ini dapat dilihat adanya daerah penyerapan pada rentang 3490 cm^{-1} - 3021 cm^{-1} yang mengindikasikan vibrasi simetris dan asimetris $\text{O}-\text{H}$ *stretching*, komposisi calcium oxalate ditandai adanya penyerapan yang cukup tinggi pada daerah 1616 cm^{-1} - 1601 cm^{-1} yang mengindikasikan adanya vibrasi $\text{C}=\text{O}$ *stretching* dan pada daerah 1319 cm^{-1} - 1306 cm^{-1} yang mengindikasikan adanya vibrasi $\text{C}-\text{O}$ *stretching* (Asyana, et al., 2016). Sedangkan unsur phosphate ditandai penyerapan pada daerah 1430 cm^{-1} - 1470 cm^{-1} yang mengindikasikan adanya $\text{P}=\text{O}$ *stretching* yang merupakan gugus fungsi dari phosphine, pada daerah 1050 cm^{-1} - 1030 cm^{-1} adanya penyerapan yang cukup tinggi yang mengindikasikan adanya ikatan $\text{P}-\text{O}$ dan penyerapan pada daerah 776 cm^{-1} - 509 cm^{-1} mengindikasikan adanya deformasi dari ikatan $\text{OP}=\text{O}$ dan $\text{O}-\text{P}-\text{O}$, yang mana kedua daerah penyerapan tersebut merupakan gugus fungsi dari PO_4^{3-} (Sekkoum, et al., 2016).



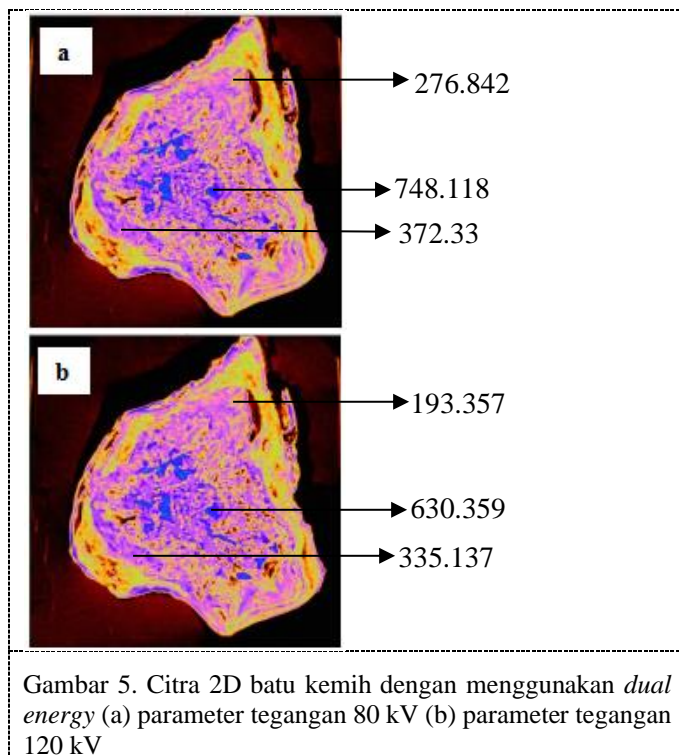
Gambar 3. Spektrum FTIR batu *calcium oxalate+phosphate*

Gambar 4 merupakan spektrum FTIR jenis batu urinary campuran phosphate dan cystine. Komposisi phosphate ditandai adanya penyerapan pada daerah 1430 cm^{-1} - 1470 cm^{-1} yang mengindikasikan adanya $\text{P}=\text{O}$ *stretching* yang merupakan gugus fungsi dari phosphine, pada daerah 1050 cm^{-1} - 1030 cm^{-1} terjadi penyerapan yang cukup tinggi, dimana pada daerah tersebut mengindikasikan adanya ikatan $\text{P}-\text{O}$ dan penyerapan pada daerah 776 cm^{-1} - 509 cm^{-1} mengindikasikan adanya deformasi dari ikatan $\text{OP}=\text{O}$ dan $\text{O}-\text{P}-\text{O}$, yang mana kedua daerah penyerapan tersebut merupakan gugus fungsi dari PO_4^{3-} (Sekkoum, et al., 2016). Sedangkan komposisi cystine ditandai adanya penyerapan yang tinggi pada daerah 3000 cm^{-1} - 2800 cm^{-1} yang mengindikasikan adanya $\text{N}-\text{H}$ *stretching*. daerah penyerapan pada rentang 1750 cm^{-1} - 1600 cm^{-1} mengindikasikan adanya vibrasi $\text{C}=\text{O}$ yang merupakan gugus fungsi dari carbonyl dan conjugated carbonyl. Daerah penyerapan pada rentang 1500 cm^{-1} - 1340 cm^{-1} mengindikasikan adanya vibrasi $\text{C}=\text{C}$ *stretching* yang merupakan gugus fungsi dari carbonyl (Qiao, et al., 2012).



Gambar 4. Spektrum FTIR batu *cystine+phosphate*

Karakterisasi μCT -Scan menghasilkan citra dua dimensi dari batu kemih seperti pada Gambar 5.



Gambar 5 menunjukkan hasil rekonstruksi citra karakterisasi μ CT-Scan dengan menggunakan *dual energy*. Dari kedua gambar tersebut terlihat perbedaan warna yang menunjukkan adanya perbedaan nilai HU. Warna yang lebih tua seperti warna biru tua menunjukkan nilai HU yang lebih besar dibandingkan dengan warna pink muda dan kuning. Nilai HU yang besar pada ROI tertentu menunjukkan banyaknya sinar-x yang diserap oleh objek. Dari citra pada Gambar 5 terlihat terdapat 3 gradasi warna yang berbeda yaitu biru tua, ungu, dan kuning. Gambar 5a menunjukkan *slice* rekontruksi yang dihasilkan terdiri dari beberapa gradasi warna yaitu biru tua, ungu dan kuning. Gradasi Biru tua menandakan bagian yang menyerap sinar-x lebih banyak dan memiliki nilai HU yang lebih tinggi yaitu 748,118. Gradasi ungu memiliki beberapa nilai HU yaitu 372,33; 276,842; 249,013. Sedangkan gradasi warna kuning memiliki nilai HU negatif. Gambar 5b memiliki warna yang lebih terang dibandingkan dengan Gambar 5a. Gambar 5b memiliki gradasi warna yang berbeda pada ROI yang sama dengan Gambar 5a yaitu terdiri gradasi warna biru tua dengan nilai HU 630,359 dan gradasi warna ungu dengan nilai HU 335,137; 193,357; 163,624. Dari kedua parameter tersebut terlihat bahwa parameter tegangan rendah akan menghasilkan energi rata-rata sinar-x yang rendah. Energi sinar-x yang rendah akan mengalami atenuasi yang lebih banyak. Selanjutnya dilakukan pengukuran untuk sampel lainnya dengan beberapa ROI seperti pada Gambar 5.

Penentuan jenis batu urinary dilakukan dengan menentukan nilai HU rata-rata *dual energy* μ CT-Scan pada *slice* citra dengan beberapa ROI yang telah ditentukan untuk setiap sampel. Kemudian nilai HU rata-

rata tersebut disesuaikan dengan nilai HU referensi. Tabel 1 menunjukkan dari hasil *scanning* μ CT-Scan, setiap ROI sampel memiliki nilai HU yang bervariasi. Hal ini mengindikasikan energi sinar-x diserap oleh unsur mineral yang berbeda-beda.

Tabel 1. Nilai rata-rata HU batu kemih

Sampel	Posisi ROI	Parameter tegangan (kV)	
		80	120
A	1	748	630
	2	277	194
	3	249	164
	4	372	335
B	1	190	15
	2	639	389
	3	1162	615
	4	309	202
C	1	618	172
	2	401	252
	3	264	72
	4	153	92
D	1	684	305
	2	608	172
	3	598	457
	4	580	297
E	1	302	78
	2	971	513
	3	537	161
	4	676	69
F	1	0	-75
	2	0	-33
	3		
	4		

Setelah diperoleh rata-rata nilai HU selanjutnya dilakukan perhitungan jumlah persentase unsur yang terdapat pada batu kemih. Persentase unsur penyusun batu kemih seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Persentase unsur mineral penyusun batu kemih

Sampel	Posisi ROI	Persentase (%)			
		Calcium Oxalate	Cystine	Struvite	Uric Acid
A	1	47,67	19,78	18,41	14,14
	2	13,27	55,67	21,24	9,53
	3	7,30	70,17	16,12	6,40
	4	37,52	30,31	20,18	11,99
B	1	8,35	32,68	44,92	14,05
	2	74,78	9,83	9,02	6,37
	3	39,11	22,15	21,25	17,49
	4	22,33	35,75	28,27	13,64

	5	50,63	19,12	17,98	12,28
C	1	38,79	26,12	22,31	12,79
	2	13,10	37,63	35,41	13,86
	3	4,26	46,95	41,95	6,84
D	1	65,14	13,44	12,51	8,91
	2	48,23	22,86	17,22	11,69
	3	66,04	14,46	11,42	8,08
E	1	77,63	8,86	8,08	5,44
	2	16,49	35,67	33,09	14,76
	3	44,29	20,61	19,58	15,51
F	1	45,42	21,61	20,07	12,90
	2	40,70	22,26	21,54	15,49
	3	6,52	18,99	26,01	48,47
	4	6,60	21,64	30,84	40,93

Tabel 2 menunjukkan bahwa sampel A didominasi unsur calcium oxalate dan cystine, dapat dilihat pada ROI 1 dan 4 persentase penyusun batu urinary yang dominan adalah unsur calcium oxalate sedangkan ROI 2 dan 3 persentase penyusun batu urinary yang dominan adalah unsur cystine. Sampel B didominasi unsur calcium oxalate, struvite, dan cystine, dapat dilihat pada ROI 2,3, dan 5 persentase penyusun batu urinary yang dominan adalah unsur calcium oxalate, sedangkan ROI 1 yang dominan adalah unsur struvite dan ROI 4 yang dominan adalah unsur cystine. Sampel C didominasi unsur calcium oxalate struvite, dan cystine, dapat dilihat pada ROI 2 dan 3 persentase penyusun batu urinary yang dominan adalah unsur cystine dan struvite, sedangkan ROI 1 yang dominan adalah unsur calcium oxalate. Sampel D didominasi oleh unsur calcium oxalate, dapat dilihat pada ROI 1,2, dan 3 persentase penyusun batu urinary yang dominan adalah unsur calcium oxalate. Sampel E didominasi unsur calcium oxalate struvite, dan cystine, dapat dilihat pada ROI 1 dan 3 persentase penyusun batu urinary yang dominan adalah unsur calcium oxalate, sedangkan ROI 2 dominan unsur struvite dan cystine. Adapun sampel F didominasi unsur calcium oxalate dan uric acid, dapat dilihat pada ROI 1 dan 2 persentase penyusun batu urinary yang dominan adalah unsur calcium oxalate sedangkan ROI 3 dan 4 persentase penyusun batu urinary yang dominan adalah unsur uric acid.

Kesimpulan

Hasil karakterisasi FTIR memperlihatkan daerah karakteristik serapan spektrum inframerah yang ditandai dengan kandungan mineral batu kemih yang beragam yaitu batu kemih calcium oxlate monohydrate, uric acid, batu kemih campuran yang terdiri dari calcium oxalate dengan phosphate dan batu kemih campuran cystine dengan phosphate. Sedangkan hasil karakterisasi μ CT-Scan menunjukkan citra yang dihasilkan memiliki nilai HU rata-rata yang beragam. Hal ini menunjukkan batu kemih memiliki unsur mineral yang bervariasi yaitu batu kemih campuran calcium oxalate dan cystine, batu kemih campuran calcium oxalate, struvite, dan cystine, dan batu kemih campuran calcium oxalate dan uric acid.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua modality tersebut mampu memperlihatkan kandungan mineral batu kemih dengan baik. Hal ini terlihat dari adanya spektrum serapan karakteristik dari FTIR setiap sampel berbeda-beda dan dari hasil citra μ CT-Scan memperlihatkan nilai HU yang bervariasi sehingga mengindikasikan kandungan mineral pada sampel batu kemih yang diamati juga bervariasi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak Rumah Sakit Hasan Sadikin Bandung yang telah memberikan fasilitas sampel batu kemih serta laboratorium micro CT BSCA ITB, dan laboratorium komputasi Fisika ITB yang telah memberikan fasilitas kepada penulis dalam melakukan penelitian ini.

Referensi

- Artz, R. R. et al. (2008) FTIR spectroscopy can be used as a screening tool for organic matter quality in regenerating cutover peatlands. *Soil Biology and Biochemistry*. **40**(2): 515-527
- Asyana, V. et al., 2016. Analysis of urinary stone based on a spectrum absorption FTIR-ATR. *Journal of Physics: Conference Series*.
- Awadh, S. M. and Yaseen, Z. M. (2019) Investigation of silica polymorphs stratified in siliceous geode using FTIR and XRD methods. *Materials Chemistry and Physics*. **228**: 45-50
- Bhat, A. et al. (2018) Spectrum of urinary stone composition in Northwestern Rajasthan using Fourier transform infrared spectroscopy. *Indian journal of urology: IJU: journal of the Urological Society of India*. **32**(2): 144
- Dougherty, G. (2013) Pattern Recognition and Classification. s.l. Springer. New York, USA. pp. 27-41
- Duan, X. et al. (2015) Characterization of Urinary Stone Composition by Use of Third-Generation Dual-Source Dual-Energy CT With Increased Spectral Separation. *American journal of roentgenology*. **205**(6): 1203-1207.
- Fitri, L. A. et al. (2020) Automated classification of urinary stones based on microcomputed tomography images using convolutional neural network. *Physica Medica*. **78**: 201-208
- Kumar, P. et al. (2020) Dietary Oxalate Induces Urinary Nanocrystals in Humans. *Kidney International Reports*, **5**(7): 1040-1051
- Lopes, C. d. C. A. Lumirio, P. H. J. O. Novais, V. R. and Dechichi, P. (2018) Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) application chemical characterization of enamel, dentin and bone. *Applied Spectroscopy Reviews*. **53**(9): 747-769
- Ma, R. h. Luo, X. b, Li, Q. and Zhong, H. q., (2017) The systematic classification of urinary stones combine-using FTIR and SEM-EDAX. *International Journal of Surgery*. **41**: 150-161
- Qiao, T. et al. (2012) Tiny cystine stones in the gallbladder of a patient with cholecystolithiasis complicating acute cholecystitis. *European Journal Of Medical Research*. **17**(6): 1-6
- Sekkoum, K. Cheriti, A. Taleb, S. and Belboukhari, N. (2016) FTIR spectroscopic study of human urinary stones from El

- Bayadh district (Algeria). *Arabian Journal of Chemistry*.
9(3): 330-334
- Wisnibaugh, E. S. Paden, R. G. Silva, A. C. and Humphreys, M.
R. (2014) Dual-energy vs Conventional Computed
Tomography in Determining Stone Composition. *Urology*.
83(6): 1243-1247